

DESCRIPCIÓN DE LAS DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES DE QUÍMICA ANALÍTICA, EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ÁCIDO BASE

Eje 5: Exploraciones diagnósticas sobre diversas problemáticas educativas

Moreno, Roberto¹; Badenes, Paula¹; Lorenzo, María Gabriela².

1. Facultad de Cs Exactas UNLP.
2. Facultad de Bioquímica y Farmacia UBA.
romorenoar@gmail.com

Palabras claves: ÁCIDO BASE, APRENDIZAJE, DIFICULTADES, RESOLUCIÓN, PROBLEMAS.

OBJETIVOS

- Describir las principales dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas sobre ácido-base.
- Analizar en los exámenes parciales que tipo de inconvenientes se presentan con mayor preponderancia.

INTRODUCCIÓN

La preocupación central de los docentes cuando enseñamos, en general, es que los estudiantes puedan entender el tema que se desarrolla y logren aprenderlo. Este es el formato clásico que se plantea de manera mayoritaria en el nivel universitario, los docentes estamos convencidos que una buena enseñanza provocará un buen aprendizaje. En este sentido se hacen esfuerzos importantes y bien intencionados, que en ocasiones terminan simplificando demasiado los contenidos que se enseñan, generando en los estudiantes concepciones muy reduccionistas de estos contenidos que les impide luego una visión más compleja e integral de esos temas. En definitiva, terminan siendo portadores sanos de buenas intenciones didácticas que los inmuniza de aprendizajes más complejos.

Una de las formas habituales en que se manifiesta esta tendencia didáctica de volver relativamente simple los contenidos complejos se puede observar en la enseñanza del tema ácido-base. En esta temática en el nivel de segundo año de la Universidad se presenta con un nivel de complejidad que involucra equilibrios múltiples y simultáneos, considerando la presencia de numerosas variables que inciden en los cálculos solicitados.

Deseando simplificar esta complejidad, suelen presentarse los múltiples equilibrios simultáneos como secuenciales, donde una causa produce una cadena de efectos en secuencia. Este modelo secuencial es dependiente implícitamente del tiempo, reforzando la idea que primero ocurre una reacción y luego de finalizada ésta los productos reaccionan con el solvente u otra sustancia. Pareciera ser que esto refuerza el pensamiento lineal, dificultando que los estudiantes puedan acceder a un pensamiento multicausal y complejo (Jiménez Liso y col., 2003).

Una situación común se presenta al estudiar procesos ácido-base donde intervienen ácidos fuertes con bases débiles o viceversa, donde se acostumbra a justificar que el pH final es diferente de 7 porque primero se forma la sal e inmediatamente ésta se hidroliza.

La visión acumulativa lineal no sólo está presente en la enseñanza de un tema en particular como ácido-base, sino también en la certeza implícita, que la ciencia consiste principalmente en la generación de conocimiento científico que se va descubriendo e incorporando linealmente a los ya existentes. Por ejemplo, en la enseñanza de las reacciones ácido-base es frecuente presentar, la teoría de la transferencia protónica de Brönsted y Lowry (1923) como la de la disociación iónica de Arrhenius (1884) ampliada (Moncaleano y col., 2003). Por lo tanto el problema epistemológico está presente tanto en la visión general de la ciencia y la construcción histórica de los conocimientos como en la enseñanza de los mismos.

Estas aproximaciones didácticas terminan provocando en muchas situaciones, errores y concepciones alternativas en los estudiantes a cerca del equilibrio químico (Bermúdez y de Longhi, 2011).

En el caso de las soluciones buffer, como se manifiestan en abundantes trabajos (Garnett y col., 1995; Moncaleano et al., 2003) los estudiantes no comprenden la relación entre las características macroscópicas y microscópicas de la reacción, con lo cual se suma una dificultad extra a la complejidad de equilibrios químicos simultáneos. A la vez se constata que una excesiva simplificación en los libros de texto puede inducir a errores en su aprendizaje (Quílez, 2006).

METODOLOGÍA

La muestra seleccionada corresponde a exámenes parciales, 96 de la primera fecha y 95 de la segunda fecha del primer parcial de química analítica del primer semestre del año 2013. Esta materia se encuentra en el cuarto semestre del denominado ciclo básico de Ciencias Exactas (CIBEX) de la UNLP. La forma de aprobación de la materia contempla el formato denominado “promoción”, lo cual implica que los alumnos deben obtener notas de 5 y 6 como mínimo en los parciales. Este formato de promoción implica que los exámenes se evalúen contenidos referidos a la parte práctica y a la parte teórica de los contenidos.

Los porcentajes generales de aprobados fueron de 30,21 % y 59,01 % respectivamente para la primera y segunda fecha.

Se realiza una lectura de todos los problemas que incluye cada examen para identificar los que se corresponden con la temática ácido base y además hacer una descripción más detallada de la temática particular involucrada en cada uno de ellos.

Se describen los resultados generales de los parciales y los obtenidos para cada uno de estos problemas, intentando reconocer dentro de éste tópico cuales son los tipos de problemas que ocasionan mayores inconvenientes.

En cada parcial hay cinco problemas, de los cuales cuatro se encuadran en la temática ácido base. Los problemas analizados, se consideran aprobados cuando obtienen 6 puntos sobre 10. En la tabla 1, se describen los temas que involucra cada uno de los problemas que refieren a esta temática en la primera fecha del primer parcial y los porcentajes de aprobación de cada uno de ellos:

Problema	Temas involucrados en cada problema	% de Ap.
1	Titulación de base débil con ácido fuerte. Cálculos de vol. y pH en el p. eq. Punto final y error con indicadores	26,04
3	Elegir la mezclas compatibles entre varias especies en base a datos experimentales, y realizar cálculos	4,17
4	a- Elección de buffer b- Cálculos para preparar la solución buffer	32,29 ^a 7,29 ^b
5	BM y EN en diferentes casos y cálculo de pH para base débil	34,37

Tabla 1. Detalle de los temas de cada problema y los porcentajes de aprobación de la primera fecha del primer parcial

El porcentaje total de aprobados en esta primera fecha del parcial fue de 30,21%. Se puede observar que sólo el problema 5 se encuentra en valores de aprobación superiores al de aprobados en general. En cambio, el problema tres sobre la elección de mezclas ácidas y los cálculos y el inciso b del problema cuatro, presentan un porcentaje de aprobación muy bajo, siendo de 4,17% y 7,29% respectivamente.

Los resultados de la segunda fecha del primer parcial se detallan en la tabla 2, en la cual se indican los temas de cada problema y el porcentaje de aprobación de cada uno de ellos.

Problema	Temas involucrados en cada problema	% de Ap.
1	BM y EN con aproximaciones y cálculos posteriores	55,79
2	Titulación de ácido débil, dilución y cálculos de concentración	22,11
4	Buffer, elegir especies para preparar, cálculos	2,11
5	Mezcla de ácido fuerte y débil, cálculo y ecuaciones	28,42

Tabla 2. Detalle de los temas de cada problema y los porcentajes de aprobación de la segunda fecha del primer parcial

El porcentaje general de aprobación en esta fecha fue de 59 %. Al igual que en la primera fecha los problemas relacionados con buffer y mezclas de ácidos o una especie fuerte con otra débil, son los que presentan mayores dificultades. En este caso ha sido abrumador el porcentaje de alumnos que ha desaprobado el problema de buffer (97,58%). También registran bajos niveles de aprobación los problemas relacionados con ácidos o bases débiles, tanto en mezclas como en titulaciones.

De acuerdo a los resultados relevados, hay dos clases de problemas que son los que generan mayores inconvenientes. La mirada en profundidad se efectuará sobre esta clase de problemas, para lo cual se revisarán todos los problemas de cada uno de los parciales.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS DIFICULTADES ENCONTRADAS

Las unidades de análisis seleccionadas de la primera fecha, son los problemas 3 y 4. En el primer caso, es necesario saber cuáles mezclas son compatibles, cuáles son las reacciones ácido base que ocurren y hasta donde proceden dichas reacciones de acuerdo a los diferentes indicadores que se utilicen, es decir, asociar en forma correcta que especies químicas están presentes a los pH de punto final con cada indicador. Poder conjugar

adecuadamente estos tres conocimientos permite a los alumnos la resolución del problema, ya que la dificultad matemática era muy baja, no resultando un obstáculo.

Este problema tuvo una gran cantidad de alumnos (47) que directamente no lo han resuelto y 38 que han intentado y no han logrado resolver en forma adecuada nada de lo solicitado. Quienes han logrado resolver algo de lo solicitado han explicitado cuales son las mezclas compatibles que podrían estar presentes, pero hay dificultades para expresar simbólicamente las reacciones que ocurren y no logran relacionar las reacciones ácido base que ocurren en las titulaciones con los diferentes indicadores utilizados.

En el problema 4 de esa misma fecha, se solicita preparar soluciones buffer de dos valores de pH diferentes a partir de una base que puede aceptar uno o dos cationes hidrógeno, otorgando la posibilidad de formar más de una solución buffer. Por lo tanto los estudiantes deben saber cuáles son las especies químicas que formarán cada uno de esos buffers solicitados, también la formulación simbólica que muestre la estequiometría de las reacciones que ocurrirán para obtener cada uno de los buffers, relacionar las constantes adecuadas del ácido débil con las especies que forman los buffers y la concentración de cada una de esas especies y por último lograr relacionar la estequiometría con las constantes y las concentraciones de cada especie en esos buffers.

Hay 23 estudiantes que han entregado el examen sin resolver este problema y sólo 6 han logrado resolver adecuadamente el problema. La mayor dificultad se presenta en el inciso b del problema, ya que plantea un buffer formado por dos especies que no están presentes inicialmente, con lo cual se agrega una dificultad matemática a las consideraciones conceptuales que deben realizar. Este dato se manifiesta al observar que 29 alumnos han logrado resolver el inciso a, un número mucho mayor que los 6 que han logrado resolver el inciso b.

De la segunda fecha del primer parcial se tomó como unidad de análisis, el problema 4. Sólo posee un 2,11% de aprobación y se solicita a los estudiantes que elijan cuales son las especies, de un conjunto brindado, que formarán un buffer de un determinado pH. La dificultad adicionada en este caso, radica en que las dos especies no se encuentran explícitas, sino que a partir de una reacción química deben generar una de ellas a partir de la otra.

En este caso hubo 95 estudiantes que rindieron en esta fecha, de ellos 25 que no han intentado resolver el problema, y 42 que lo han hecho pero no han logrado resolver nada en forma correcta, ni la elección del buffer ni la forma de prepararlo, es llamativo un número tan alto de casi el 50% que no haya podido hacer nada bien, siendo que han intentado resolver el problema. En todos esos casos ni siquiera identifican cuales son las especies que deben formar el buffer. Un total de 25 identifican cuales son las especies que forman el buffer, aunque no logran desarrollar o lo hacen en forma incorrecta, la forma de prepararlo. Al igual que en la primera fecha, se observan dificultades en la elección de las especies que formarán el buffer y aún más en la forma en debe prepararse el mismo.

CONCLUSIONES

La comprensión de las temáticas analizadas, mezclas de ácidos y soluciones buffer, no es en absoluto trivial para los estudiantes, incluso aún de cursos superiores. Para entender éstas temáticas, los estudiantes deben primero comprender otros conceptos químicos fundamentales como, la estequiometría, la existencia de mezclas compatibles, el equilibrio químico y el funcionamiento de un buffer, tanto desde las perspectivas macroscópica, microscópica y simbólica. Además deben ser capaces de integrar estos conocimientos para resolver en forma adecuada las problemáticas planteadas. En el caso de las soluciones buffer, como manifiestan los trabajos mencionados, aquí también los estudiantes no comprenden la relación entre las características macroscópicas y microscópicas de la reacción, con lo cual se suma una dificultad extra a la complejidad de equilibrios químicos simultáneos.

Conocimientos complejos y necesidad de integración, parecen ser incompatibles con modelos didácticos simplificados, ya que dificultan la obtención de conceptos holísticos que brinden modelos explicativos más potentes.

Los docentes debemos encontrar/diseñar una enseñanza de estos conceptos científicos de manera que se facilite la superación de las dificultades de aprendizaje expuestas. En este sentido habría que explorar cuales son los aprendizajes logrados por quienes aprueban la materia.

BIBLIOGRAFÍA

- Bermúdez G.M.A. y de Longhi A.M. (2011). Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), pp. 264-288.
- Garnett, P. J., Garnett, P.J. and Hackling, M. W. Student's alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, pp. 69-95.
- Jiménez Liso, M. Rut; De Manuel Torres, Esteban y Salinas López, Francisco (2003). El razonamiento causal secuencial en los equilibrios ácido-base múltiples: propuestas didácticas en el ámbito universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 223-242.
- Moncaleano, H., Furió, C., Hernández, J. y Calatayud, M.L. (2003). Comprensión del equilibrio químico y dificultades para su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp. 111-118.
- Quílez, Juan. (2006). Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), pp. 219-240.